

**Titel: Verfahren zum Betreiben einer Antennenanordnung**

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Antennenanordnung mit einer gewünschten Gesamtrichtcharakteristik. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Computerprogramm zur Durchführung dieses Verfahrens sowie eine entsprechende Antennenanordnung selber.

Im Stand der Technik sind Antennenanordnungen mit mindestens einer ersten und einer zweiten Teilantenne bekannt, wobei die Teilantennen in der Weise zueinander angeordnet sind, dass sich ihre individuellen Richtcharakteristiken zumindest teilweise überlagern. Der ersten Teilantenne ist dabei ein erstes Antennensignal zugeordnet, welches den Empfang oder das Senden eines Funksignals durch die erste Teilantenne repräsentiert. Analog ist der zweiten Teilantenne ein zweites Antennensignal zugeordnet, welches den Empfang oder das Senden des Funksignals durch die zweite Teilantenne repräsentiert. Im Stand der Technik sind derartige Antennenanordnungen insbesondere in Form von Microstrip-Antennen bekannt, bei denen die Teilantenne jeweils durch Arrays mit jeweils einer Vielzahl von Antennenelementen, sogenannten Patches, gebildet werden.

Bei derartigen Antennenanordnungen wird eine Richtcharakteristik mit einer schmalen Keule typischerweise dadurch gebildet, dass die Antennenanordnungen großflächig mit einer Vielzahl von Teilantennen ausgebildet werden. Die Teilantennen werden dann gleichzeitig betrieben, wobei die räumliche Überlagerung der individuellen Richtcharakteristiken der einzelnen Teilantennen dann zusammen die schlanke Keule der gesamten Antennenanordnung ergibt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein Computerprogramm zum Betreiben einer Antennenanordnung mit einer gewünschten Gesamtrichtcharakteristik und einer derartige Antennenanordnung bereitzustellen, welche auch die Generierung von schlanken Keulen beziehungsweise Richtcharakteristiken mit deutlich geringerem Platzbedarf und geringeren Kosten ermöglichen, als im Stand der Technik erforderlichlich.

Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst. Dieses Verfahren ist gekennzeichnet durch folgende Schritte: zyklisch abwechselndes Betreiben der ersten und der zweiten Teilantenne und Generieren eines dritten Antennensignals, welches das Funksignal bei Empfang oder Aussendung durch die Antennenanordnung mit der gewünschten Richtcharakteristik in Form einer Überlagerung der einzelnen Richtcharakteristiken der Teilantennen repräsentiert, durch mathematisches Verknüpfen des ersten mit dem zweiten Antennensignal.

Im Unterschied zum Stand der Technik werden bei der vorliegenden Erfindung die einzelnen Teilantennen nicht gleichzeitig, sondern zeitlich versetzt betrieben. Deshalb findet streng genommen auch keine gleichzeitige räumliche Überlagerung ihrer Richtcharakteristiken statt. Die Überlagerung erfolgt erfindungsgemäß stattdessen quasi gleichzeitig in Form einer mathematischen Verknüpfung der jeweiligen Antennensignale der einzelnen Teilantennen. Dies hat den Vorteil, dass auch negative Überlagerungsanteile der Gesamtrichtcharakteristik in einfacher Weise, nämlich durch Subtraktion des Antennensignals der entsprechenden Teilantenne bei der Generierung der Gesamtcharakteristik berücksichtigt werden können. Insbesondere ermöglicht die beanspruchte Vorgehensweise die Generierung von gewünschten Gesamtrichtcharakteristiken mit schlanken Keulen im

Unterschied zum Stand der Technik ohne großen Raumbedarf und Kostenaufwand.

Vorteilhafterweise wird die Frequenz, mit welcher zwischen den einzelnen Teilantennen umgeschaltet wird, nach Maßgabe durch die Dynamik des Funksignals so gewählt, dass wesentliche Teile des Funksignals nicht nur von einer, sondern, wenn auch zeitversetzt, von jeder der Teilantennen erfasst werden können.

Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Computerprogramm und eine Antennenanordnung zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens gelöst. Die Vorteile dieser beiden Lösungen entsprechen im Wesentlichen den oben mit Bezug auf das beanspruchte Verfahren genannten Vorteilen. Darüber hinaus sei jedoch hervorgehoben, dass zumindest eine der Teilantennen zwei parallel angeordnete Reihen von Antennenelementen aufweist, die vorzugsweise in einem Abstand von  $\lambda/2$  zueinander angeordnet sind. Eine derartige Anordnung bietet den Vorteil, dass ansonsten vorhandene Nebenkeulen in der Gesamtrichtcharakteristik vollständig unterdrückt sind.

Der Beschreibung sind insgesamt vier Figuren beigelegt, wobei

Figur 1        ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Antennenanordnung;

Figuren 2a  
und 2b        ein Beispiel für eine erste individuelle Richtcharakteristik einer ersten Teilantenne,

Figuren 3a  
und 3b        eine zweite individuelle Richtcharakteristik einer zweiten Teilantenne, und

Figur 4 ein Beispiel für eine Gesamtrichtcharakteristik der Antennenanordnung gemäß der Erfindung

zeigt.

Die Erfindung wird nachfolgend in Form eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die oben genannten Figuren 1 - 4 detailliert beschrieben.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Antennenanordnung 100. Sie umfasst eine erste Teilantenne mit insgesamt sechs einzelnen Antennenelementen 110-1...6, sogenannten Patches. Die einzelnen Patches sind, wie in Figur 1 gezeigt, räumlich in einer Reihe R1 angeordnet und parallel geschaltet. Diese erste Teilantenne ist symmetrisch zu einer Leitung 120 angeordnet. Über diese Leitung 120 wird die Antennenanordnung insgesamt und werden insbesondere die Teilantennen mit einer Sende- beziehungsweise Empfangseinheit mit Auswerteeinrichtung (150) verbunden.

In einem ersten Betriebsmodus, in welchem die Antennenanordnung 100 lediglich mit der ersten Teilantenne 110 betrieben wird, sind lediglich die besagten Antennenelement 110-1...-6 aktiviert. Alternativ beziehungsweise zyklisch abwechselnd kann die Antennenanordnung 100 jedoch auch in einem zweiten Betriebsmodus mit nur einer zweiten Teilantenne betrieben werden. Diese zweite Teilantenne kann entweder völlig separat von der ersten Teilantenne ausgebildet und angeordnet sein oder sie besteht, wie in Figur 1 gezeigt, aus der ersten Teilantenne mit zugeschalteten weiteren Antennenelementen 110-7...-12. Das Zuschalten erfolgt über eine Steuereinrichtung umfassend eine Steuerspannungsquelle 130a und eine geeignete Schalteinrichtung 130b. Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die zugeschalteten

Antennenelemente 110-7...-12 ebenfalls elektrisch parallel geschaltet und räumlich in einer zweiten Reihe R2 vorzugsweise parallel zu der ersten Reihe angeordnet.

Die erfindungsgemäße Antennenanordnung ist vorzugsweise als Microstrip-Patch-Antenne ausgebildet, wobei die einzelnen Antennenelemente 110-1...-12 die sogenannten Patches bilden.

Die Funktionsweise der in Figur 1 dargestellten Antennenanordnung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 2 - 4 näher beschrieben. In den Figuren 2a und b ist die individuelle Richtcharakteristik der ersten Teilantenne, umfassend die erste Reihe R1 von Antennenelementen gemäß Figur 1, gezeigt. Es handelt sich dabei um eine breite Richtcharakteristik, das heißt eine Richtcharakteristik mit breiter Steuerung. Demgegenüber zeigen die Figuren 3a und b die individuelle Richtcharakteristik der zweiten Teilantenne, das heißt bei gleichzeitigem Betrieb der ersten und zweiten Reihe R1, R2 von Antennenelementen, wobei die beiden Reihen mit einem räumlichen Abstand von vorzugsweise  $\lambda/2$  beabstandet zueinander angeordnet sind. Der elektrische Abstand beträgt ein ungerades Vielfaches von  $180^\circ$ . So ergibt sich die in den Figuren 3a und 3b gezeigte gewünschte Einkerbung in der individuellen Richtcharakteristik der zweiten Teilantenne.

Die Figuren 2b und 3b unterscheiden sich von den Figuren 2a und 3a lediglich in der Weise, dass die erstgenannten eine perspektivische Ansicht und die letztgenannten jeweils eine Draufsicht auf die jeweils selbe Richtcharakteristik zeigen. Erfindungsgemäß wird eine gewünschte Gesamtrichtcharakteristik mit einer schlanken Keule dadurch realisiert, dass die beiden Teilantennen R1, R1 + R2 abwechselnd betrieben werden und ihre jeweiligen Antennensignale mathematisch verknüpft, insbesondere voneinander subtrahiert werden. Aufgrund des abwechselnden beziehungsweise zeitlich versetzten Betriebs der Teilantennen

erfolgt in der Realität keine Superposition ihrer individuellen Richtcharakteristiken. Diese Superposition erfolgt jedoch erfindungsgemäß quasi zeitgleich durch die besagte mathematische Verknüpfung.

Die aus der mathematischen Verknüpfung resultierenden Gesamtrichtcharakteristiken bei Verwendung der in den Figuren 2 und 3 gezeigten individuellen Richtcharakteristiken der Teilantennen ist in Figur 4 gezeigt. Es handelt sich dabei um eine im Vergleich zu den in den Figuren 2 und 3 gezeigten breiten Richtcharakteristiken um eine schlanke Charakteristik. Erfindungsgemäß wurde die schlanke Charakteristik gemäß Figur 4 also lediglich aus zwei breiten Charakteristiken generiert. Die beiden breiten Charakteristiken und damit auch die schlanke Gesamtcharakteristik können erfindungsgemäß durch die relativ einfache und platzsparende Antennenanordnung gemäß Figur 1 realisiert werden. Vorteilhafterweise bedarf es zur Generierung der schlanken Gesamtcharakteristik gemäß Figur 4 demnach keiner so großflächigen Antennenanordnung und mit so vielen Teilantennen, wie dies gemäß dem Stand der Technik erforderlich gewesen wäre. Neben Raumbedarf können deshalb mit der vorliegenden Erfindung auch Kosten für unnötige Teilantennen beziehungsweise Antennenelemente zur Generierung einer schlanken Richtcharakteristik eingespart werden.

Das Prinzip gemäß der vorliegenden Erfindung gilt für Empfangs- wie für Sendeantennen gleichermaßen. Es ist gleichermaßen für Schmalband- wie auch für Breitbandfrequenzbetrieb geeignet.

Zur Durchführung dieses Verfahrens ist in der erfindungsgemäßen Antennenanordnung die Auswerteeinrichtung 150 vorgesehen. Vorteilhafterweise wird das erfindungsgemäße Verfahren in Form eines Computerprogramms vorzugsweise für diese Auswerteeinrichtung 150 realisiert. Das

Computerprogramm kann dann gegebenenfalls zusammen mit weiteren Computerprogrammen auf einem computerlesbaren Datenträger abgespeichert sein. Bei dem Datenträger kann es sich um eine Diskette, eine Compact Disc, einen Flash-Memory oder dergleichen handeln. Das auf dem Datenträger abgespeicherte Computerprogramm kann dann als Produkt an einen Kunden verkauft werden. Auch ist es möglich, dass das Computerprogramm, ohne auf einem Datenträger abgespeichert zu sein, über ein elektronisches Kommunikationsnetzwerk, insbesondere das Internet als Produkt an einen Kunden übertragen oder verkauft wird.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betreiben einer Antennenanordnung (100) mit einer gewünschten Gesamtrichtcharakteristik, wobei die Antennenanordnung (100) mindestens eine erste Teilantenne (R1) und eine zweite Teilantenne (R1 + R2) aufweist, welche so zueinander angeordnet sind, dass sich die individuellen Richtcharakteristiken der Teilantennen zumindest teilweise überlagern, und wobei der ersten Teilantenne (R1) ein erstes Antennensignal, welches ein Funksignal bei Empfang oder Aussendung durch die erste Teilantenne (R1) repräsentiert, und der zweiten Teilantenne (R1 + R2) ein zweites Antennensignal, welches das Funksignal bei Empfang oder Aussendung durch die zweite Teilantenne repräsentiert, zugeordnet ist;  
**gekennzeichnet durch** folgende Schritte:  
Zyklisch abwechselndes Betreiben der ersten und der zweiten Teilantenne; und  
Generieren eines dritten Antennensignals, welches das Funksignal bei Empfang oder Aussendung durch die Antennenanordnung (100) mit der gewünschten Gesamtrichtcharakteristik in Form einer Überlagerung der einzelnen Richtcharakteristiken der Teilantennen (R1, R1 + R2) repräsentiert, durch mathematisches Verknüpfen des ersten mit dem zweiten Antennensignals.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Teilantenne (R1 + R2) aus der ersten Teilantenne (R1) generierbar ist, indem mindestens ein zusätzliches Antennenelement (110-7...-12) zu der ersten Teilantenne (R1) hinzugeschaltet wird.
3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz, mit welcher zwischen den einzelnen Teilantennen (R1, R1 + R2) umgeschaltet wird, nach Maßgabe durch die Dynamik des

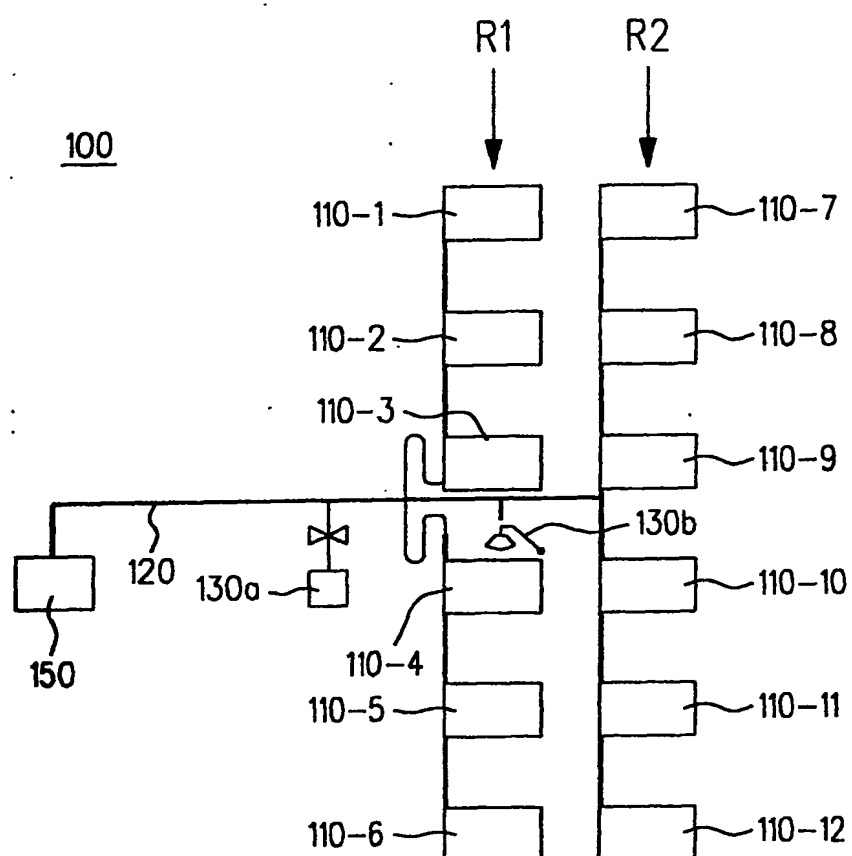


Funksignals so groß gewählt wird, dass jede der Teilantennen gleichartige Teile des Funksignals gleichermaßen empfangen kann.

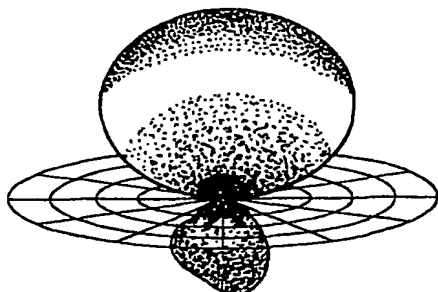
4. Antennenanordnung (100) mit einer gewünschten Gesamtrichtcharakteristik, umfassend:  
mindestens eine erste (R1) und eine zweite (R1 + R2) Teilantenne, welche so zueinander angeordnet sind, dass sich die individuellen Richtcharakteristiken der Teilantennen zumindest teilweise überlagern;  
wobei der ersten Teilantenne (R1) ein erstes Antennensignal zugeordnet ist, welches ein Funksignal bei Empfang oder Aussendung durch die erste Teilantenne repräsentiert, und der zweiten Teilantenne (R1 + R2) ein zweites Antennensignal zugeordnet ist, welches das Funksignal bei Empfang oder Aussendung durch die zweite Teilantenne repräsentiert;  
**gekennzeichnet durch**  
eine Steuereinrichtung (130a, 130b) zum zyklisch abwechselnden Betreiben der ersten und der zweiten Teilantenne (R1, R1 + R2); und  
eine Auswerteeinrichtung (150) zum Generieren eines dritten Antennensignals, welches das Funksignal bei Empfang oder Aussendung durch die Antennenanordnung (100) mit der gewünschten Gesamtrichtcharakteristik in Form einer Überlagerung der einzelnen Richtcharakteristiken der Teilantennen (R1, R1 + R2) repräsentiert, durch mathematisches Verknüpfen des ersten mit dem zweiten Empfangssignals.
5. Antennenanordnung (100) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (130a, 130b) ausgebildet ist, die zweite Teilantenne (R1 + R2) zu betreiben, indem sie die erste Teilantenne (R1) betreibt und gleichzeitig mindestens ein zusätzliches Antennenelement (110-7...-12) betreibt.

6. Antennenanordnung (100) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Teilantenne (R1) eine erste Mehrzahl von vorzugsweise in einer Reihe (R1) angeordneten Antennenelementen (110-1...-6) aufweist.
7. Antennenanordnung (100) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Teilantenne (R1 + R2) neben der ersten Mehrzahl von in der ersten Reihe angeordneten Antennenelementen (110-1...-6) eine zweite Mehrzahl von in einer zweiten Reihe (R2) angeordneten Antennenelementen (110-7...-12) aufweist, wobei die erste und die zweite Reihe (R1, R2) vorzugsweise parallel zueinander angeordnet sind.
8. Antennenanordnung (100) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Reihe (R1, R2) von Antennenelementen der zweiten Teilantenne vorzugsweise einen Abstand von  $\lambda/2$  zueinander aufweisen.
9. Antennenanordnung (100) nach einem der Ansprüche 4 - 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennenanordnung (100) als Microstrip-Antenne ausgebildet ist.
10. Computerprogramm mit Programmcode, insbesondere für die Auswerteeinrichtung (150) einer Antennenanordnung (100), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Computerprogramm ausgebildet ist zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 3.

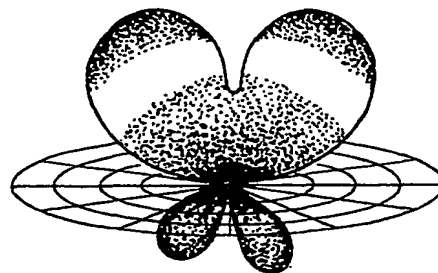
1 / 2

**Fig. 1**

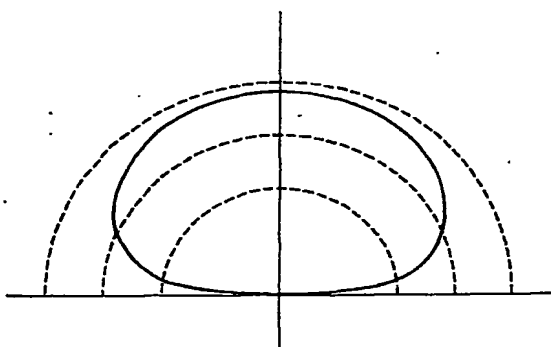
2 / 2



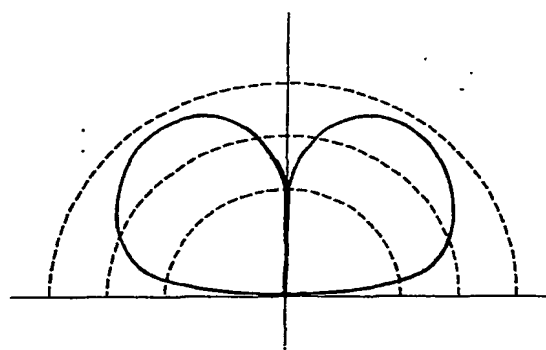
*Fig. 2a*



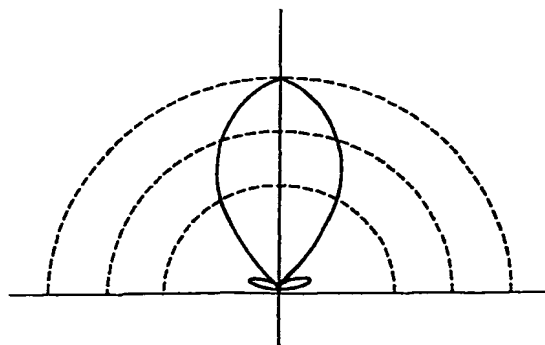
*Fig. 3a*



*Fig. 2b*



*Fig. 3b*



*Fig. 4*